

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra částí a mechanismů strojů

Rámový lis na ovoce

Framed Fruit-press

Student:

David Šimášek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivana Kunzová, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **David Šimášek**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2302R010 Konstrukce strojů a zařízení**
Specializace: **40 Konstrukce strojních dílů a skupin**
Téma: **Rámový lis na ovoce
Framed Fruit-press**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhnete lis na ovoce s hydraulickým pohonem pomocí autozvedáku:
 - objem koše do 20 litrů
 - navrhnete konstrukci rámu s odklopným horním ramenem
 - provedete pevnostní kontrolu navržených čepových spojů a kritických míst svařovaného rámu.
2. Nakrestete:
 - sestavný výkres lisu na ovoce
 - výrobní výkres svařovaného rámu.

Seznam doporučené odborné literatury:

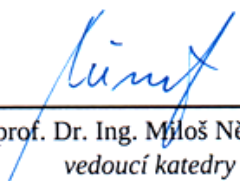
Dejl, Z. *Konstrukce strojů a zařízení I*. Ostrava: Montanex, 2000. 225s. ISBN 80-7225-018-3
Kaláb, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007. 90s. ISBN 978-80-248-1290-8
Leinveber, J.-Vávra, P. *Strojnické tabulky*. Albra-pedagogické nakladatelství, Úvaly, 2006. 914s. ISBN 80-7361-033-7
Firemní katalogy, prospekty.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Kunzová, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013


prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 17.5.2013

..... Šimáček

David Šimáček

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 17. 5. 2013

Šimášek

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: David Šimášek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Mosty u Jablunkova 469

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivaně Kunzové a vedoucímu katedry prof. Dr. Ing. Miloši Němčkovi, za pomoc, odborné rady a připomínky, které přispěly ke konečné podobě této práce.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ŠIMÁŠEK, D. *Rámový lis na ovoce : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra částí a mechanismů strojů, 2013, 35 s. Vedoucí práce: Kunzová, I.

Tato bakalářská práce s názvem „Rámový lis na ovoce“ se zabývá návrhem lisu na ovoce s hydraulickým pohonem pomocí autozvedáku a pevnostní kontrolou kritických míst. Úvod se zabývá definicí, principem a použitím lisu v jednotlivých odvětvích. Následně je proveden průzkum různých typů lisu na ovoce. V další části je představen navržený lis s podrobným popisem. Součástí je hydraulický autozvedák s nosností 2 000 kg. S ohledem na maximální sílu, kterou je schopen daný autozvedák vyvinout, je analytickou metodou provedena pevnostní kontrola kritických míst. Kontrola jedné součásti je provedena metodou konečných prvků v programu Ansys Workbench.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

ŠIMÁŠEK, D. *Framed Fruit-press : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control Systems and Instrumentation, 2013, 35 p. Thesis head: Kunzová, I.

This thesis titled „Frame fruit press“ deals with the design of fruit press with hydraulic drive using a jack and strength checking of critical parts.

Introduction deals with definitions, principles and using the press in various sectors. Following is a survey of various types of fruit presses. The next section presents a designed press with a detailed description. A part of this is the hydraulic jack with a capacity of 2 000 kg. With regard to the maximum power, that the jack is able to develop, strength checking of critical parts is done by the analytical method. Check one component is made by finite element program Ansys Workbench.

Obsah

Seznam použitého značení.....	8
1. Úvod	11
2. Lisy	12
2.1 Definice obecně.....	12
2.2 Typy	12
2.3 Užití.....	12
3. Lis na ovoce.....	13
3.1 Základní typy	13
3.1.1 Šroubové lisy	13
3.1.2 Hydraulické rámové lisy	14
3.1.3 Hydrolisy	16
3.2 Ukázka historického lisu	17
4. Návrh rámového lisu na ovoce	18
4.1 Schéma rámu	18
4.2 Schéma lisu	19
4.2.1 Postup montáže lisu	19
4.3 Rozměry výdřevy	20
4.4 Kontrola kritických míst	21
4.4.1 Kontrola horního příčnicku na ohyb.....	21
4.4.2 Kontrola táhla	22
4.4.3 Návrh čepu	23
4.4.4 Kontrola čepu na střih.....	25
4.4.5 Kontrola čepu na otláčení	25
4.4.6 Kontrola svaru mezi táhlem a vidlicí	26
4.4.7 Kontrola svaru mezi nohou rámu a dolním příčnickem	27
4.4.8 Kontrola lisovací trubky na tlak.....	29
4.4.9 Kontrola štíhlosti lisovací trubky.....	30
4.4.10 Kontrola dolního příčnicku na ohyb	31
4.4.11 Kontrola lože pomocí metody konečných prvků	32
5. Závěr.....	34
6. Literatura	35

Přílohy – výkresy číslo: - SB3KSS04-00
- SB3KSS04-01

Seznam použitého značení

B	vnější šířka profilu	[mm]
D	průměr výdřevy	[mm]
D_t	vnější průměr lisovací trubky	[mm]
F	síla zvedáku	[N]
F_1	síla působící na dolní příčník	[N]
F_{kR}	kritická síla	[N]
F_t	síla v táhle	[N]
H	vnější výška profilu	[mm]
I_x	kvadratický moment	[mm ⁴]
J_x	moment setrvačnosti	[mm ⁴]
M_o	ohybový moment	[N·mm]
$M_{o\max}$	max. ohybový moment	[N·mm]
Q	nosnost zvedáku	[kg]
R_{Ax}	reakce v ose x	[N]
R_{Ay}, R_{By}	reakce v ose y	[N]
R_e	mez kluzu materiálu	[MPa]
S	plocha přitlačné desky	[mm ²]
S_p	plocha průřezu profilu	[mm ²]
S_{sv}	plocha svaru	[mm ²]
S_t	plocha průřezu trubky	[mm ²]
V	objem výdřevy	[l]
W_o	průřezový modul v ohybu	[mm ³]
β	součinitel tloušťky koutového svaru	[mm]
σ_d	tlakové napětí	[MPa]
σ_{Dd}	dovolené tlakové napětí	[MPa]
σ_{Dt}	dovolené tahové napětí	[MPa]
σ_{KR}	kritické napětí	[MPa]
σ_{\max}	max. napětí	[MPa]
σ_o	ohybové napětí	[MPa]
σ_{oDOV}	dovolené ohybové napětí	[MPa]
σ_{red}	redukováné napětí	[MPa]
σ_t	tahové napětí	[MPa]

τ_l	smykové napětí ve svaru	[MPa]
τ_{\perp}	ohybové napětí ve svaru	[MPa]
τ_D	dovolené smykové napětí	[MPa]
τ_{DSV}	dovolené smykové napětí ve svaru	[MPa]
τ_s	smykové napětí	[MPa]
a	velikost svaru	[mm]
a_1, b_1, c_1	materiálové konstanty	[MPa]
b	vnitřní šířka profilu	[mm]
d	průměr čepu	[mm]
d_t	vnitřní průměr lisovací trubky	[mm]
g	tíhové zrychlení	[m/s ²]
h	vnitřní výška profilu	[mm]
h_v	výška výdřevy	[mm]
i	poloměr setrvačnosti	[mm]
k_3	čelní převodní součinitel svaru	[-]
k_4	boční převodní součinitel svaru	[-]
k_s	statická bezpečnost	[-]
k_{ss}	statická bezpečnost svaru	[-]
l	délka	[mm]
l_1	délka na které působí tlak p_1	[mm]
l_2	vzdálenost mezi tlaky p_2	[mm]
l_3	délka na které působí tlak p_2	[mm]
l_{dp}	poloviční délka dolního příčnicku	[mm]
l_s, l_{s1}, l_{s2}	délka svaru	[mm]
l_t	délka lisovací trubky	[mm]
m_l	hmotnost lože	[kg]
m_{lo}	hmotnost lisovaného ovoce	[kg]
m_{lt}	hmotnost lisovací trubky	[kg]
m_{pd}	hmotnost přitlačné desky	[kg]
m_{ppz}	hmotnost podložky pod zvedák	[kg]
m_v	hmotnost výdřevy	[kg]
m_z	hmotnost zvedáku	[kg]
p	lisovací tlak	[MPa]
p_1	tlak mezi čepem a horním příčnickem	[MPa]
p_2	tlak mezi čepem a vidlicí	[MPa]

p_D	dovolený tlak	[MPa]
s	vzdálenost mezi svary	[mm]
t	tloušťka svaru	[mm]
λ	štíhlost	[-]
λ_m	mezní štíhlost	[-]

1. Úvod

Rámové lisy na ovoce s hydraulickým pohonem jsou velice rozšířené. Používají se k získávání šťávy z rozdrčeného ovoce. Vyrábí se ve dvou základních provedeních, a to se zvedákem umístěným dole a se zvedákem umístěným nahoře. Jejich hlavní výhodou je, že můžeme lisovat větší množství ovoce s minimální námahou. Rám je navržen podle velikosti lisovací síly a často také podle požadavků zákazníka. Ocelové části, které přijdou do styku s ovocnou drtí (popř. moštem), jsou nastříkány speciální barvou odolnou vůči kyselinám a určenou pro styk s potravinami. Přítlačná deska a latě jsou vyrobeny z kvalitně vysušeného bukového, dubového nebo akátového dřeva. Dřevo musí být bez suků a jiných vad. Je vhodné použít textilní vložku, která zabraňuje pronikání nadrceného ovoce mezi latě výdřevy při lisování. Tímto je dosažena maximální čistota ovocné šťávy.

Cílem bakalářské práce je navrhnout rámový lis na ovoce. Požadavky jsou následující: hydraulický pohon pomocí autozvedáku, rám s odklopným horním ramenem a objem koše do 20 litrů. Dále bylo nutno provést pevnostní kontrolu kritických míst. Při návrhu budou použity v maximální míře normalizované polotovary, aby pořizovací náklady byly co nejmenší.

2. Lisy

2.1 Definice obecně

Lis je mechanický tvářecí stroj, který slouží k mechanickému zpracování různých produktů tlakem nebo tlakovým rázem, tento výrobní či pracovní postup se nazývá lisování. [1]

Lis působí silou ve formě tlaku na stlačované těleso. To se následkem síly deformuje a mění tvar. Lisy se rozdělují do skupin podle toho, jakou energii využívají (ruční lis, hydraulický lis, mechanický lis), podle své stavby (např. horizontální lis) nebo způsobu užití (ovocný lis, paketovací lis apod.). Velikost lisu může být různá. Od malých lisů pro hodináře až po rozměrné tiskařské lisy. [1]

2.2 Typy

- Mechanické
- Hydraulické
- Pneumatické
- Klikové
- Vřetenové [1]

2.3 Užití

Lisování může být například použito v:

- potravinářství - získávání šťávy z ovoce a zeleniny
- strojírenství - tváření různých strojírenských výrobků pomocí lisování ve formě (lis patří do podskupiny tzv. tvářecích strojů, příbuznými stroji jsou buchary či strojní nůžky na plech), kde lisy tlakem mění tvar, hmotnost či objem příslušného obrobku. Některé strojírenské lisy se používají také pro vzájemné spojování (či zpětné oddělování) různých strojních součástí (kupř. při výrobě železničního dvojkolí) bez toho, že by jednotlivé strojní součásti výrazně měnily svůj objem, tvar či ztrácely svoji hmotnost.
- odpadním hospodářství - stlačování různých objemných materiálů (rostliny, autovraky)
- polygrafii - tisk novin, knih, časopisů (obecně výroba tiskovin)
- textilním průmyslu - výroba speciálního textilu, potisk látek různými vzory [1]

3. Lis na ovoce

Lis na ovoce je určen k získávání šťávy z rozdrceného ovoce působením tlaku.

3.1 Základní typy

Dělíme do tří základních skupin:

- Šroubové lisy
- Hydraulické rámové lisy
- Hydrolisy

3.1.1 Šroubové lisy

Lisovacího tlaku dosáhneme otáčením hlavy s maticí na středovém šroubu přes dřevěné hranoly a přitlačnou desku. Šroub je natřen jedlým olejem. Otvory na nohách slouží k ukotvení. Lisovat se smí jen s řádně ukotveným lisem.



Obr. 2.1 Šroubový lis na ovoce [10]

3.1.2 Hydraulické rámové lisy

Vyznačují se rámovou konstrukcí. Rám je vyroben z normalizovaných profilů, které jsou spojeny pomocí svarů. Tyto svařované konstrukce jsou tuhé, stabilní a přesné. K vyvinutí lisovací síly se používají hydraulické zvedáky popř. hydraulické písty. Zvedák (hydraulický píst) může být umístěn dole, nebo nahoře.

a) umístění dole

Výdřeva je umístěná na ocelové nádobě. Lože je suvně uložené na rámu lisu. Na podložku pod koš se umístí autozvedák. Pomocí autozvedáku zvedáme celý koš proti lisovací desce umístěné v horní části lisu.



Obr. 2.2 Lis na ovoce se zvedákem dole [12]

b) umístění nahoře

Koš lisu je umístěn na základně doplněné plastovou, nebo ocelovou výlevkou. Zvedák se umístí nahoru nad koš na lisovací desku. Ta je doplněna plechovým výliskem pro zachycení případného drobného úniku oleje ze zvedáku. [11]



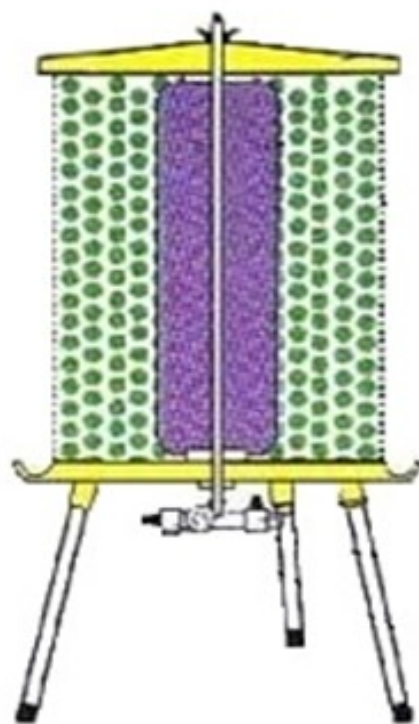
Obr. 2.3 Lis na ovoce se zvedákem nahoře [11]

3.1.3 Hydrolisy

Jako lisovací médium se používá tlaková voda z vodovodního řádu, případně tlak vzduchu. Uprostřed koše je umístěn gumový vak, který se působením tlaku rozpíná. Při lisovacím tlaku 2,6 - 3 bary zabezpečuje max. výlisnost. Proti vyššímu tlaku je vybaven pojistným ventilem. Díky rychlému a snadnému lisování vylisuje ve stejném čase 3x více hmoty než klasické lisy o stejném objemu. Jsou vhodné hlavně pro měkké druhy ovoce. [14]



Obr. 2.4 Hydrolis [13]



Obr. 2.5 Řez hydrolisu [15]

3.2 Ukázka historického lisu



Obr. 2.6 Historický lis na víno [2]

Lis byl až do konce 19. století jediným vinařským strojem vůbec. Sloužil k získávání šťávy z hroznů vinné révy. V průběhu let vznikly dva základní typy lisů – vývojově starší kládový a novější vřetenový. Kládový lis byl vynalezen v Řecku už v období těsně před počátkem našeho letopočtu a některé jeho typy dosahují kolosálních rozměrů.

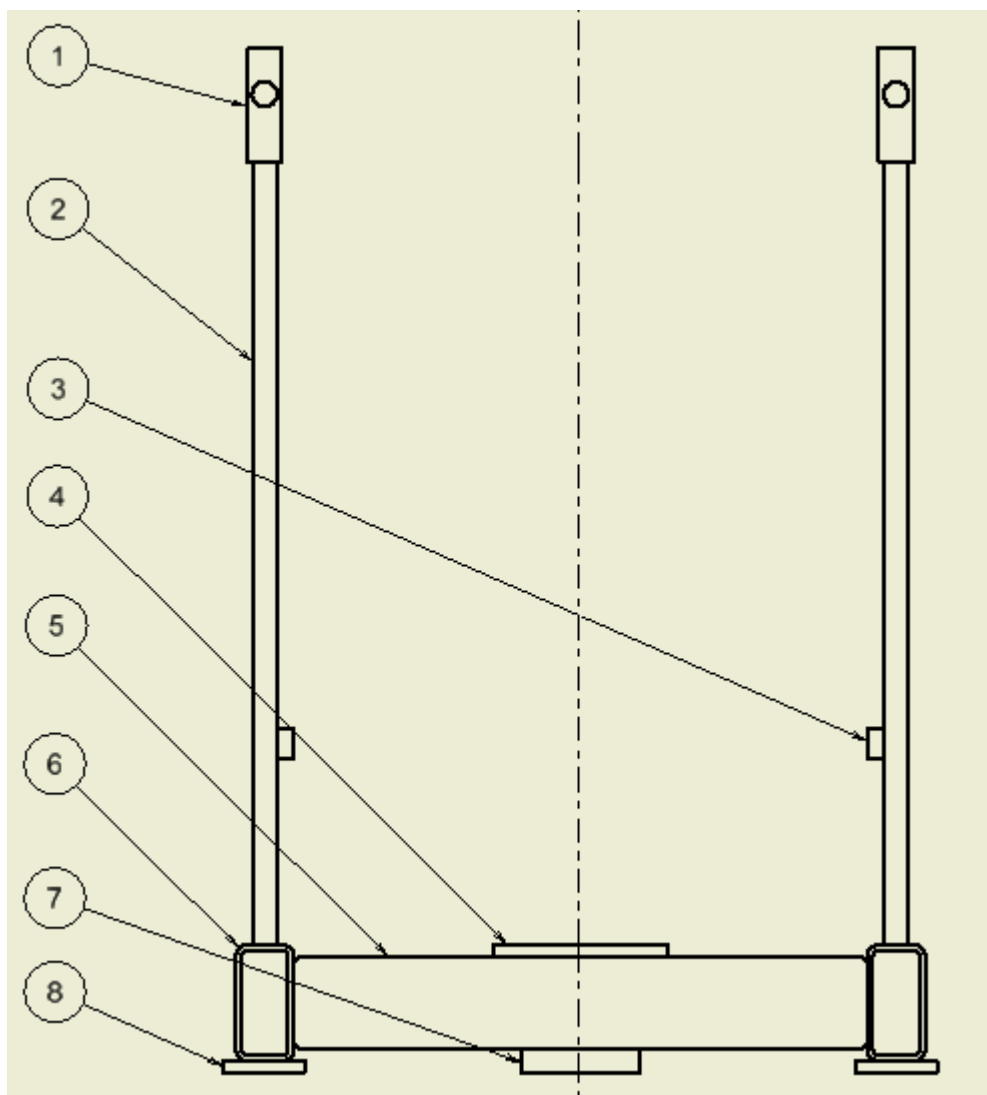
Úctyhodné míry má například kládový lis, pocházející z obce Diváky na Hustopečsku. Jeho konstrukce je necelé čtyři metry dlouhá a 3,6 metru vysoká. Hlavním lisovacím ústrojím jsou dvě klády, z nichž vrchní má délku přes osm metrů a na řezu rozměry 50x50 centimetrů. Na volném konci klády je v mohutné dřevěné matce dubový šroub, na kterém visí kamenné závaží o průměru osmdesát centimetrů a váze jeden a půl tuny. Otáčením šroubu prostrčenou tyčí bylo možno kládu zvedat a spouštět. Mísa na hrozny (okřín) má rozměry 2,2x1,8 metru a je zhruba třicet centimetrů hluboká. Původně stával v zámecké lisovně a sloužil ke zpracování hroznů z rozlehlých panských vinogradů. Lis byl vyroben v roce 1751 a svému účelu sloužil až do první světové války. [3]

4. Návrh rámového lisu na ovoce

Tato část se zabývá návrhem lisu na ovoce a pevnostním výpočtem kritických míst.

4.1 Schéma rámu

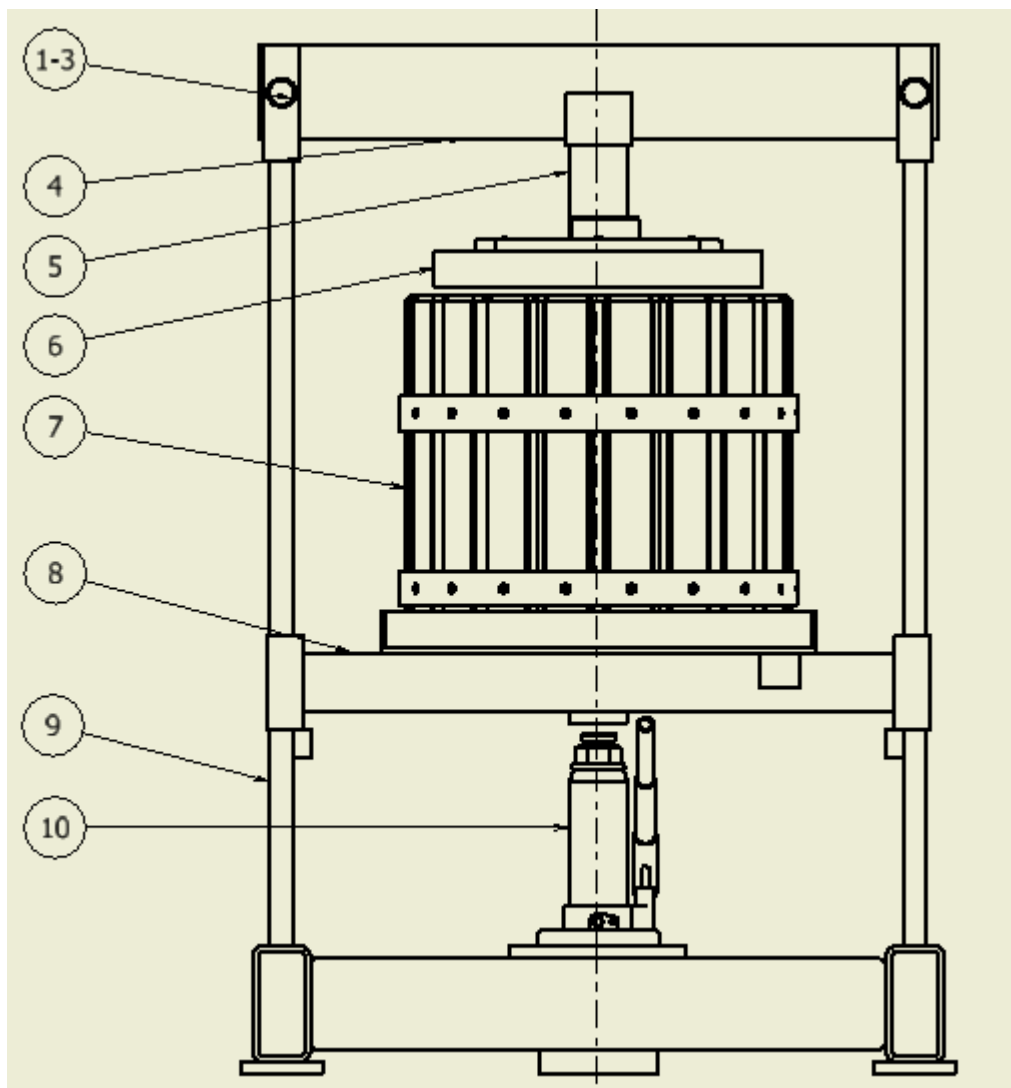
Rám je navržen tak, aby umožnil pohyb loži. Lože je zajištěno ve vertikálním směru pomocí zarážek a ve směru horizontálním pomocí drážek. Rám je vyroben z dutých profilů, které jsou spojeny pomocí svarů. Tyto svařované konstrukce jsou tuhé, stabilní a přesné.



Obr. 3.1 Rám lisu na ovoce

1. Vidlice, 2. Táhl, 3. Zarážka, 4. Podložka pod zvedák, 5. Dolní příčník, 6. Noha rámu, 7. Podložka pod dolní příčník, 8. Patka

4.2 Schéma lisu



Obr. 3.2 Rámový lis na ovoce

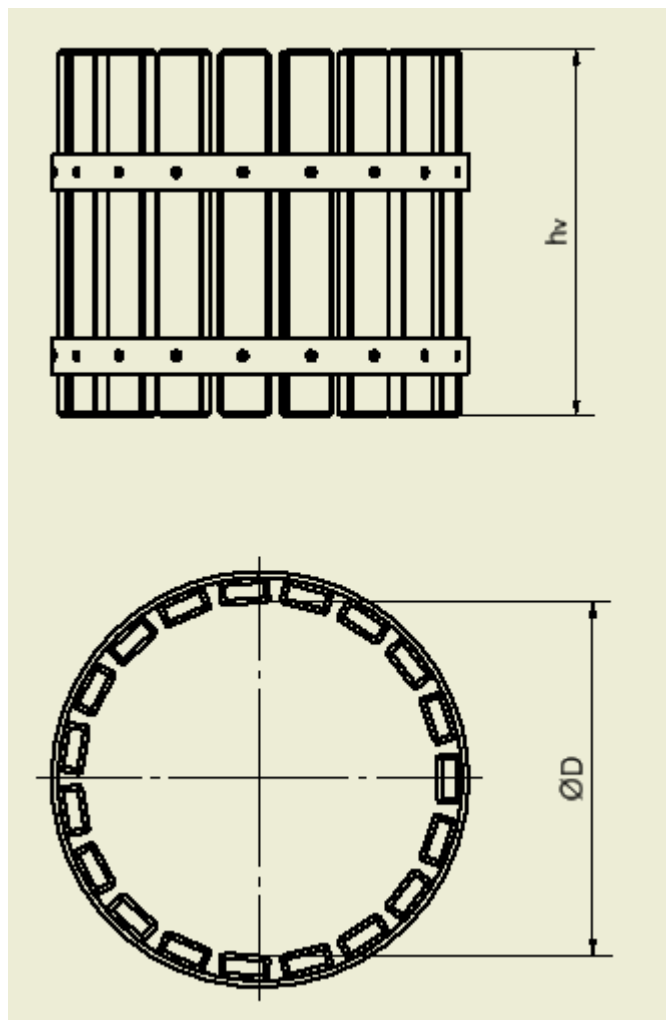
1. Čep, 2. Podložka, 3. Závlačka, 4. Horní příčnick, 5. Lisovací trubka, 6. Přítlačná deska, 7. Výměna, 8. Lože, 9. Rám, 10. Hydraulický zvedák

4.2.1 Postup montáže lisu

Jako první byl svařen rám bez vidlic, následně nasunuty lože na táhla a poté pomocí svarů uchyceny vidlice k rámu. Nakonec byl pomocí čepového spoje upevněn horní příčnick k rámu.

4.3 Rozměry výdřevy

Při lisování nás zajímá měrný tlak, který je vyvíjen na plochu lisované drtě. Zkušenosti ukazují, že optimální výlisnost kvalitní ovocné šťávy lze získat mírným tlakem, přibližně $p = 220$ až $300 \text{ kPa} = 0,22$ až $0,3 \text{ MPa}$ [4]



Obr. 3.3 Výdřeva

Nosnost zvedáku: $Q = 2000 \text{ kg}$

Síla zvedáku

$$F = Q \cdot g = 2000 \cdot 9,81 = 19\,620 \text{ N} \quad (4.1)$$

Plocha přítlačné desky

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow S = \frac{F}{p} = \frac{19\,620}{0,3} = 65\,400 \text{ mm}^2 \quad (4.2)$$

Průměr přítláčné desky

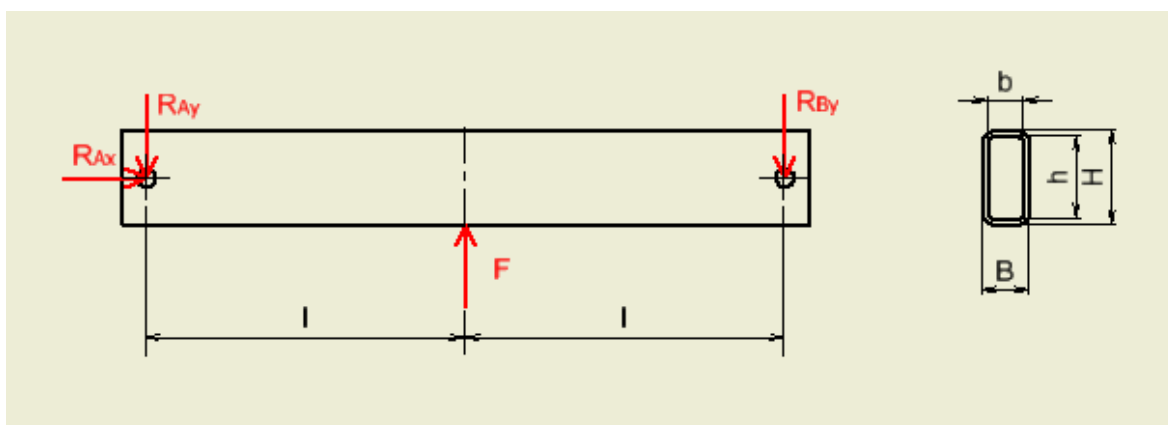
$$p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 65\,400}{\pi}} = 288,6 \text{ mm} \cong 290 \text{ mm} \quad (4.3)$$

Objem výdřevy: $V = 20 \text{ l} = 20 \text{ dm}^3 = 20\,000\,000 \text{ mm}^3$

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_v \Rightarrow h_v = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 20\,000\,000}{\pi \cdot 290^2} = 302,8 \text{ mm} \cong 300 \text{ mm} \quad (4.4)$$

4.4 Kontrola kritických míst

4.4.1 Kontrola horního příčniku na ohyb



Obr. 3.4 Namáhání horního příčniku na ohyb

$H = 80 \text{ mm}$

$h = 70 \text{ mm}$

$B = 40 \text{ mm}$

$b = 30 \text{ mm}$

$l = 270 \text{ mm}$

$F = 19\,620 \text{ N}$

Materiál 11 523 $\Rightarrow Re = 355 \text{ MPa}$ [5]

Výpočet reakcí

$$R_{Ay} = R_{By} = \frac{F}{2} = \frac{19\,620}{2} = 9\,810 \text{ N} \quad (4.5)$$

Kontrola na ohyb

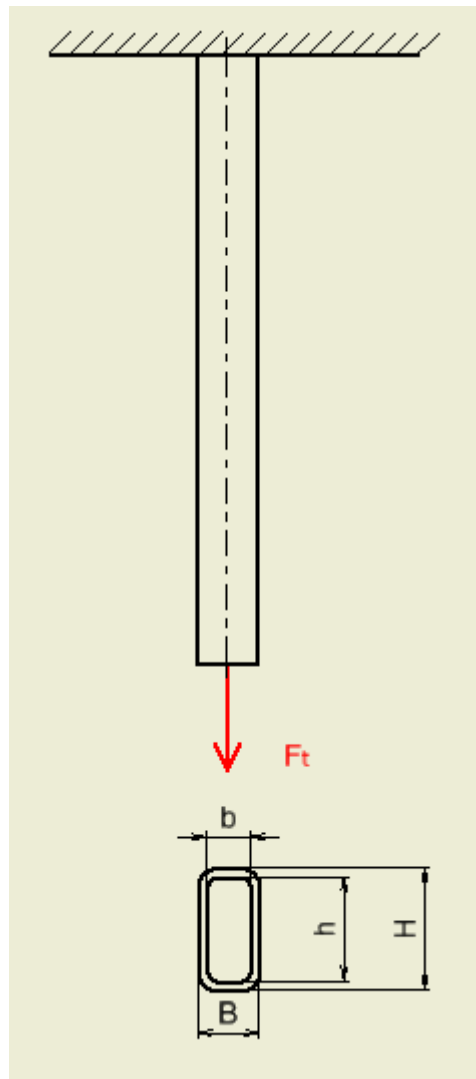
$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{R_{Ay} \cdot l}{\frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H}} = \frac{9\,810 \cdot 270}{\frac{40 \cdot 80^3 - 30 \cdot 70^3}{6 \cdot 80}} = 124,8 \text{ MPa} \quad (4.6)$$

$$\sigma_{oDOV} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{355}{2} = 177,5 \text{ MPa} \quad (4.7)$$

$$\sigma_o \leq \sigma_{oDOV} \quad (4.8)$$

124,8 < 177,5 => vyhovuje

4.4.2 Kontrola táhla



Obr. 3.5 Zatížení táhla

H = 40 mm

h = 34 mm

B = 20 mm

b = 14 mm

Materiál 11 523 => Re = 355 MPa [5]

Síla v táhlu

$$F_t = R_{Ay} = R_{By} = 9\,810\text{ N} \quad (4.9)$$

Kontrola na tah

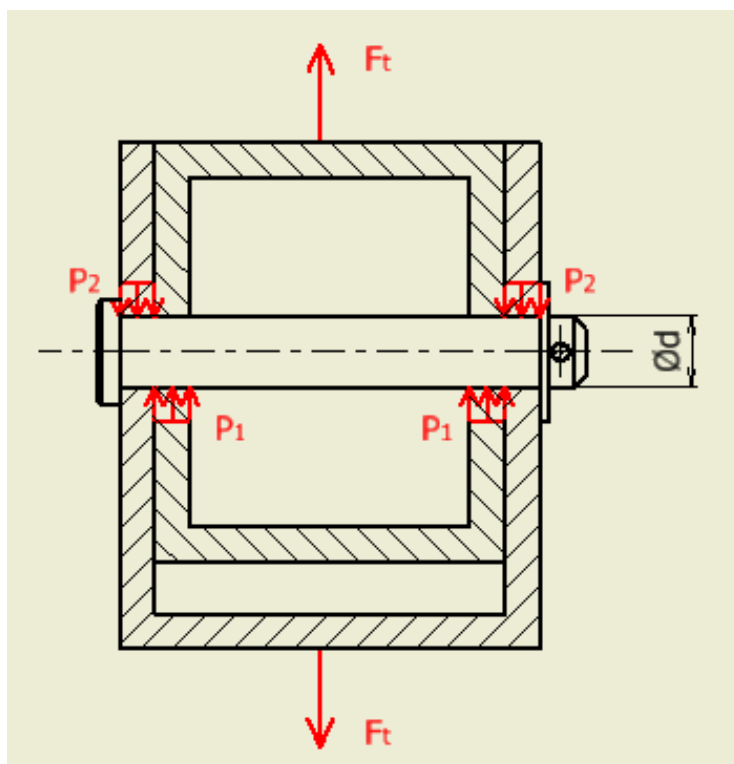
$$\sigma_t = \frac{F_t}{S_p} = \frac{F_t}{BH - bh} = \frac{9\,810}{20 \cdot 40 - 14 \cdot 34} = 30,3\text{ MPa} \quad (4.10)$$

$$\sigma_{Dt} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{355}{2} = 177,5\text{ MPa} \quad (4.11)$$

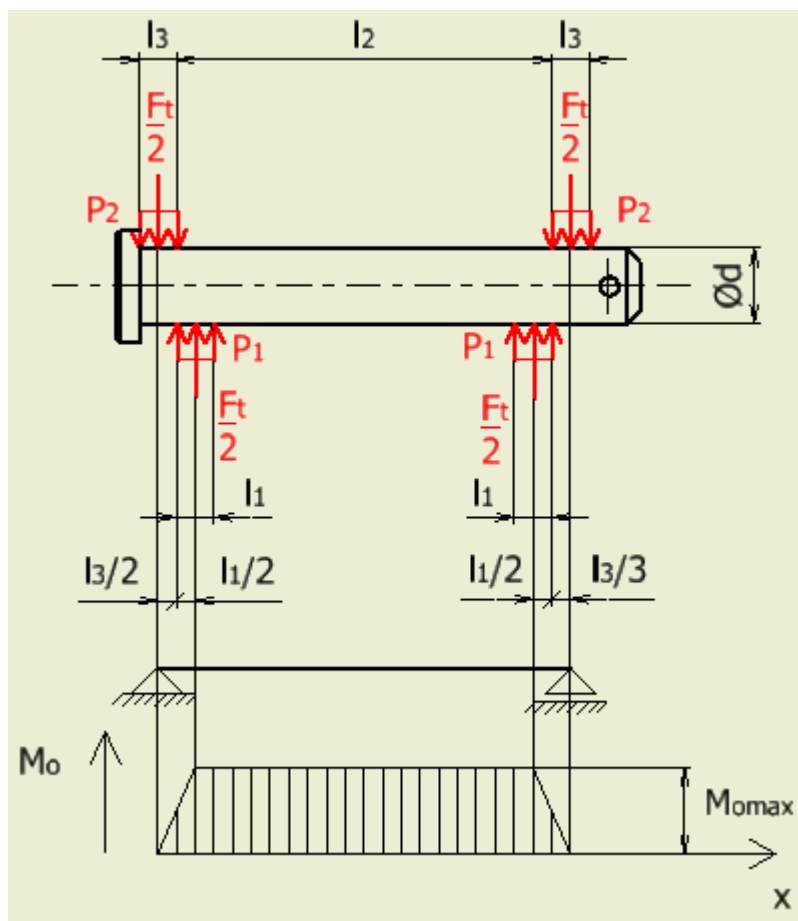
$$\sigma_t \leq \sigma_{Dt} \quad (4.12)$$

$$30,3 < 177,5 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

4.4.3 Návrh čepu



Obr. 3.6 Spojení pomocí spojovacího čepu



Obr. 3.7 Namáhání spojovacího čepu silou F_t

$$l_1 = 5 \text{ mm}$$

$$l_2 = 50 \text{ mm}$$

$$l_3 = 5 \text{ mm}$$

$$F_t = 9\,810 \text{ N}$$

$$\text{Materiál čepu 11 500} \Rightarrow \sigma_{oDOV} = 100 \text{ MPa}$$

$$\tau_D = 70 \text{ MPa}$$

$$p_D = 120 \text{ MPa [6]}$$

Výpočet průměru čepu z ohybu

$$M_{omax} = \frac{F_t}{2} \cdot \left(\frac{l_1}{2} + \frac{l_3}{2} \right) \quad (4.13)$$

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (4.14)$$

$$\sigma_o = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{\frac{F_t}{2} \cdot \left(\frac{l_1}{2} + \frac{l_3}{2} \right)}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \leq \sigma_{oDOV} \quad (4.15)$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot F_t \cdot \left(\frac{l_1}{2} + \frac{l_3}{2}\right)}{\pi \cdot \sigma_{oDOV}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 9\,810 \cdot \left(\frac{5}{2} + \frac{5}{2}\right)}{\pi \cdot 100}} = 13,6 \text{ mm} \Rightarrow \text{volím } 16 \text{ mm [7]} \quad (4.16)$$

4.4.4 Kontrola čepu na střih

$$\tau_s = \frac{F_t}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{2 \cdot F_t}{\pi \cdot d^2} = \frac{2 \cdot 9\,810}{\pi \cdot 16^2} = 24,4 \text{ MPa} \quad (4.17)$$

$$\tau_s \leq \tau_D \quad (4.18)$$

24,4 < 70 => vyhovuje

4.4.5 Kontrola čepu na otláčení

Mat. horního příčnicku resp. vidlice 11 523 => $p_D = 100 \text{ MPa}$ (čep se nebude otáčet) [8]

Tlak mezi horním příčnickem a čepem

$$p_1 = \frac{F_t}{2 \cdot d \cdot l_3} = \frac{9\,810}{2 \cdot 16 \cdot 5} = 61 \text{ MPa} \quad (4.19)$$

$$p_1 < p_D \quad (4.20)$$

61 < 100 => vyhovuje

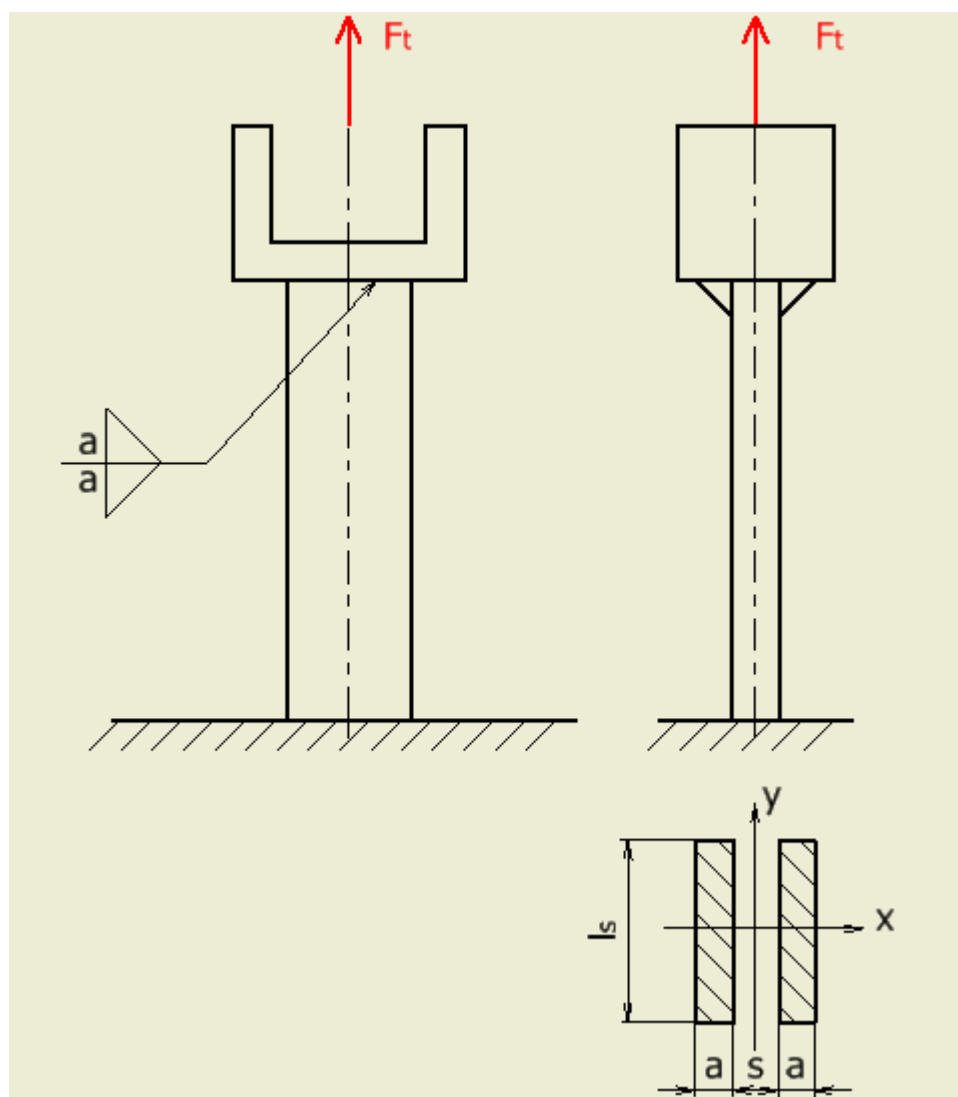
Tlak mezi vidlicí a čepem

$$p_2 = \frac{F_t}{2 \cdot d \cdot l_1} = \frac{9\,810}{2 \cdot 16 \cdot 5} = 61 \text{ MPa} \quad (4.21)$$

$$p_1 < p_D \quad (4.22)$$

61 < 100 => vyhovuje

4.4.6 Kontrola svaru mezi táhlem a vidlicí



Obr. 3.8 Znázornění svaru mezi táhlem a vidlicí

Materiál 11 523 => $R_e = 355 \text{ MPa}$ [5]

$k_3 = 0,75$ [6]

$k_{ss} = 1,5$ [6]

$a = 3 \text{ mm}$

$l_s = 28 \text{ mm}$

Smyk

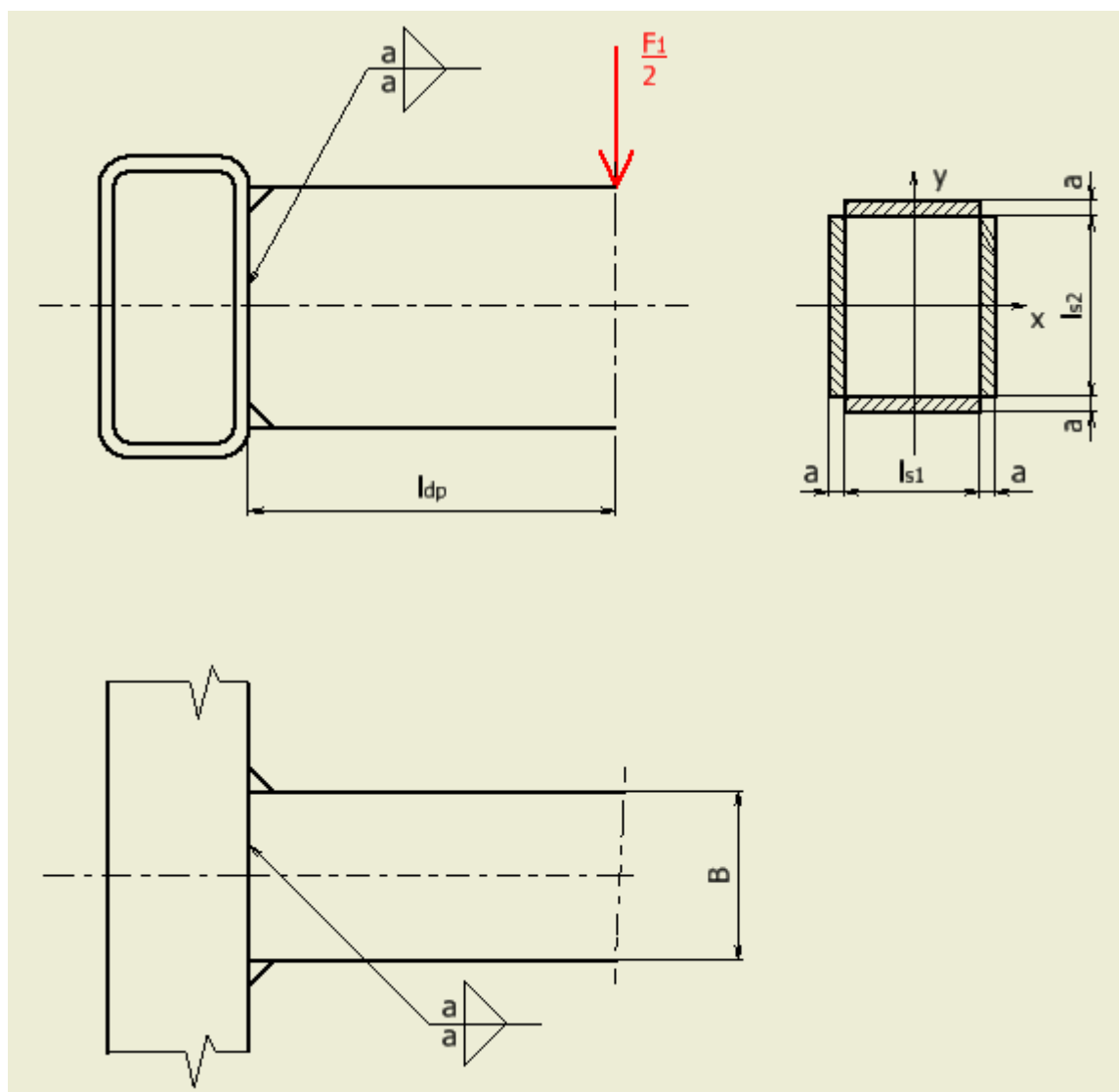
$$\tau_{\perp} = \frac{F_t}{2 \cdot S_{sv}} = \frac{F_t}{2 \cdot a \cdot l_s} = \frac{9\,810}{2 \cdot 3 \cdot 28} = 58,4 \text{ MPa} \quad (4.23)$$

$$\tau_{Dsv} = k_3 \cdot \sigma_{Dt} = k_3 \cdot \frac{R_e}{k_{ss}} = 0,75 \cdot \frac{355}{1,5} = 177,5 \text{ MPa} \quad (4.24)$$

$$\tau_{\perp} \leq \tau_{Dsv} \quad (4.25)$$

$58,4 < 177,5 \Rightarrow$ vyhovuje

4.4.7 Kontrola svaru mezi nohou rámu a dolním příčníkem



Obr. 3.9 Znáznornění svaru mezi nohou rámu a dolním příčníkem

$a = 5 \text{ mm}$

$l_{s1} = 37 \text{ mm}$

$l_{s2} = 60 \text{ mm}$

$F_1/2 = 10\,024 \text{ N}$

$l_{dp} = 245 \text{ mm}$

Materiál 11 523 \Rightarrow $R_e = 355 \text{ MPa}$ [5]

$k_3 = 0,75$

$k_4 = 0,65$ [6]

$k_{ss} = 1,5$ [6]

Tloušťka svaru

$$t = 1,41 \cdot a = 1,41 \cdot 5 = 7,05 \text{ mm} \quad (4.26)$$

Součinitel tloušťky koutového svaru

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot t = 1,3 - 0,03 \cdot 7,05 = 1,0885 \quad (4.27)$$

Smyk

$$\tau_{\parallel} = \frac{\frac{F_1}{2}}{2 \cdot l_{s2} \cdot a} = \frac{10\,024}{2 \cdot 60 \cdot 5} = 16,7 \text{ MPa} \quad (4.28)$$

Ohyb

$$\tau_{\perp} = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{\frac{F_1}{2} \cdot l_{dp}}{W_o} = \frac{10\,024 \cdot 245}{16\,331} = 150,4 \text{ MPa} \quad (4.29)$$

Průřezový modul

$$W_o = \frac{J_x}{\frac{l_{s2}}{2} + a} = \frac{571\,583}{\frac{60}{2} + 5} = 16\,331 \text{ mm}^3 \quad (4.30)$$

Moment setrvačnosti

$$J_x = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot l_{s2}^3 \cdot a + \frac{1}{12} \cdot a^3 \cdot l_{s1} + a \cdot l_{s1} \cdot \left(\frac{l_{s2}}{2} + \frac{a}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_x = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 60^3 \cdot 5 + \frac{1}{12} \cdot 5^3 \cdot 37 + 5 \cdot 37 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{5}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_x = 571\,583 \text{ mm}^4 \quad (4.31)$$

Redukované napětí

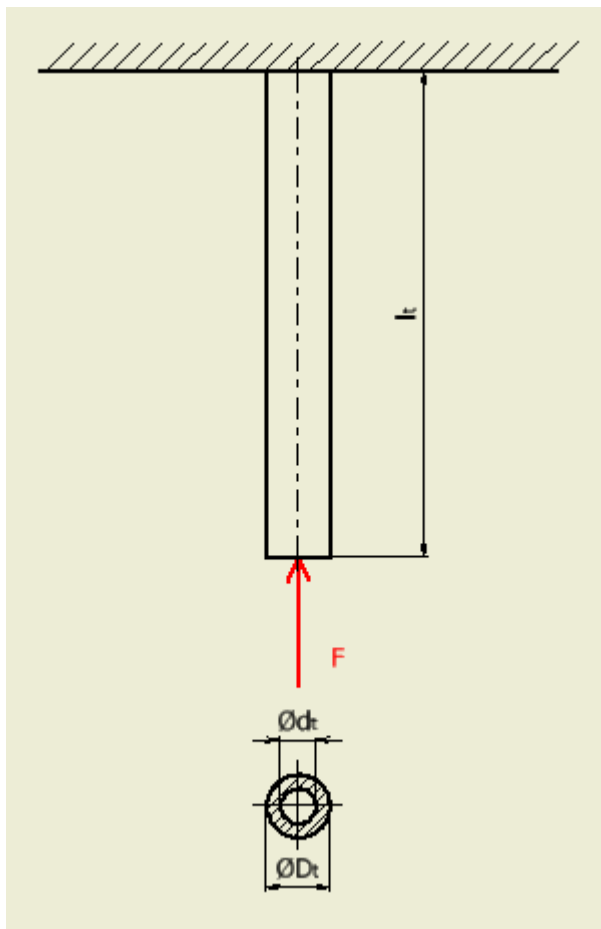
$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{k_3} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{k_4} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{150,4}{0,75} \right)^2 + \left(\frac{16,7}{0,65} \right)^2} = 202,2 \text{ MPa} \quad (4.32)$$

$$\sigma_{red} \leq \beta \cdot \frac{R_e}{k_{ss}} \quad (4.33)$$

$$202,2 \leq 1,0885 \cdot \frac{355}{1,5}$$

$202,2 < 257,6 \Rightarrow$ vyhovuje

4.4.8 Kontrola lisovací trubky na tlak



Obr. 3.10 Zatížení lisovací trubky provozní silou

$$D_t = 48,3 \text{ mm}$$

$$d_t = 38,3 \text{ mm}$$

$$F = 19\,620 \text{ N}$$

$$l_t = 241 \text{ mm}$$

$$\text{Materiál 11 523} \Rightarrow R_e = 355 \text{ MPa [5]}$$

Tlakové napětí

$$\sigma_d = \frac{F}{S_t} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_t^2 - d_t^2)} = \frac{19\,620}{\frac{\pi}{4} \cdot (48,3^2 - 38,3^2)} = 28,8 \text{ MPa} \quad (4.34)$$

$$\sigma_{Dd} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{355}{2} = 177,5 \text{ MPa} \quad (4.35)$$

$$\sigma_d \leq \sigma_{Dd} \quad (4.36)$$

$$28,8 < 177,5 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

4.4.9 Kontrola štíhlosti lisovací trubky

Kvadratický moment

$$I_x = \frac{\pi}{64} \cdot (D_t^4 - d_t^4) = \frac{\pi}{64} \cdot (48,3^4 - 38,3^4) = 161\,527,4 \text{ mm}^4 \quad (4.37)$$

Plocha průřezu

$$S_t = \frac{\pi}{4} \cdot (D_t^2 - d_t^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (48,3^2 - 38,3^2) = 680 \text{ mm}^2 \quad (4.38)$$

Poloměr setrvačnosti i

$$i = \sqrt{\frac{I_x}{S_t}} = \sqrt{\frac{161\,527,4}{680}} = 15,4 \text{ mm} \quad (4.39)$$

Štíhlost prutu

$$\lambda = \frac{l_t}{i} = \frac{241}{15,4} = 15,6 \quad (4.40)$$

Tab. 3.1 Materiálové konstanty [9]

Materiál	a ₁ [MPa]	b ₁ [MPa]	c ₁ [MPa]	λ _m
Ocel	320	1,2	0	90
Litina	776	12	0,053	80
Dřevo	29,3	0,194	0	110

Porovnání štíhlosti s tzv. mezní štíhlosti

$$\lambda < \lambda_m \quad (4.41)$$

$$15,6 < 90 \Rightarrow \text{Tetmajerův vztah}$$

Kritické napětí

$$\sigma_{KR} = a_1 - b_1 \cdot \lambda = 320 - 1,2 \cdot 15,6 = 301,28 \text{ MPa} \quad (4.42)$$

a, b jsou materiálové konstanty viz. tab. 4.1

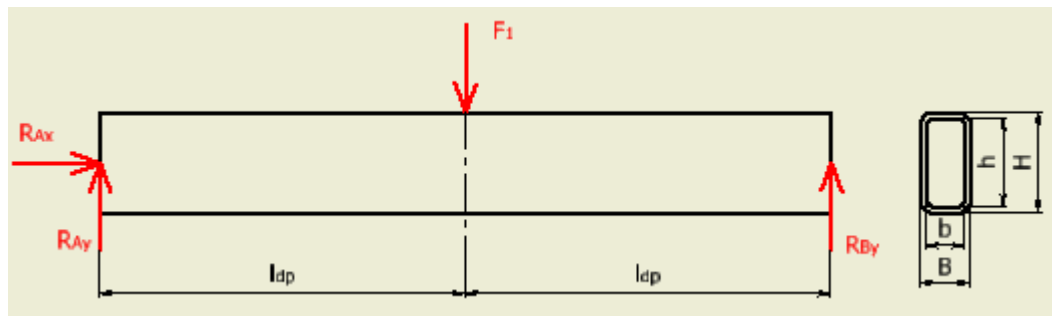
Kritická síla

$$F_{KR} = \sigma_{KR} \cdot A = 301,28 \cdot 680 = 204\,870 \text{ N} \quad (4.43)$$

$$F < F_{KR} \quad (4.44)$$

19 620 < 204 870 => vyhovuje

4.4.10 Kontrola dolního příčnicku na ohyb



Obr. 3.11 Namáhání dolního příčnicku na ohyb

$H = 80 \text{ mm}$

$h = 70 \text{ mm}$

$B = 40 \text{ mm}$

$b = 30 \text{ mm}$

$l_{dp} = 245 \text{ mm}$

$F = 19\,620 \text{ N}$

$m_z = 3,1 \text{ kg}$

$m_l = 10,08 \text{ kg}$

$m_v = 5,02 \text{ kg}$

$m_{pd} = 2,43 \text{ kg}$

$m_{lt} = 1,59 \text{ kg}$

$m_{lo} = 20 \text{ kg}$

$m_{ppz} = 1,39 \text{ kg}$

Materiál 11 523 => $R_e = 355 \text{ MPa}$ [5]

Výpočet působící síly

$$F_1 = F + (m_z + m_{lo} + m_v + m_{pd} + m_{lt} + m_o + m_{ppz}) \cdot g =$$

$$= 19\,620 + (3,1 + 10,08 + 5,02 + 2,43 + 1,59 + 20 + 1,39) \cdot 9,81 =$$

$$20\,048 \text{ N} \quad (4.45)$$

Výpočet reakcí

$$R_{Ay} = R_{By} = \frac{F_1}{2} = \frac{20\,048}{2} = 10\,024 \text{ N} \quad (4.46)$$

Kontrola na ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{R_{Ay} \cdot l_{dp}}{\frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H}} = \frac{10\,024 \cdot 245}{\frac{40 \cdot 80^3 - 30 \cdot 70^3}{6 \cdot 80}} = 115,7 \text{ MPa} \quad (4.47)$$

$$\sigma_{oDOV} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{355}{2} = 177,5 \text{ MPa} \quad (4.48)$$

$$\sigma_o \leq \sigma_{oDOV} \quad (4.49)$$

115,7 < 177,5 => vyhovuje

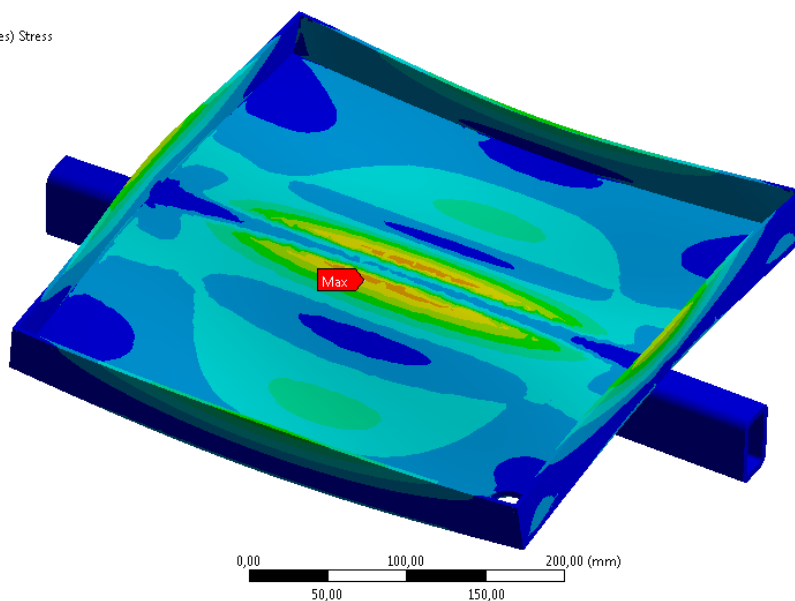
4.4.11 Kontrola lože pomocí metody konečných prvků

Výpočet je proveden pomocí programu Ansys Workbench.

Ekvivalentní napětí

A: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
20.3.2013 15:29

219,93 Max
195,5
171,06
146,62
122,19
97,75
73,314
48,877
24,441
0,0044068 Min



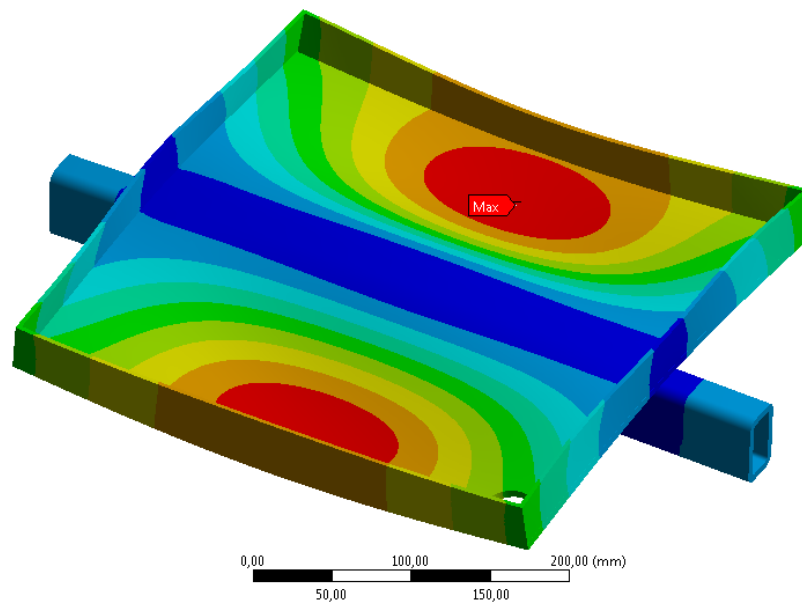
ANSYS
14.0

Obr. 3.12 Ekvivalentní napětí

Deformace

A: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
20.3.2013 15:30

0,76525 Max
0,68022
0,59519
0,51017
0,42514
0,34011
0,25508
0,17006
0,085028
0 Min



Obr. 3.13 Deformace

Materiál výdřevy 11 523 => $R_e = 355 \text{ MPa}$ [5]

Statická bezpečnost kritického místa

$$k_s = \frac{R_e}{\sigma_{max}} = \frac{355}{220} = 1,6 \quad (4.50)$$

5. Závěr

Cílem této práce je konstrukční návrh rámového lisu na ovoce s hydraulickým pohonem. Úvod práce se zabývá definicí, principem a použitím lisu v jednotlivých odvětvích. Následně jsem provedl průzkum různých typů lisu na ovoce.

Součástí lisu je svařovaný rám. Největší výhodou tohoto rámu je odklopné horní rameno, které nám umožňuje snadné vkládání a vyjímání ovoce z výdřevy. Rám byl vyroben z velké části z normalizovaných polotovarů a navržen tak, aby umožnil pohyb lože. Lože je zajištěno ve vertikálním směru pomocí zarážek a ve směru horizontálním pomocí drážek. Výdřeva má objem 20 litu. Nedílnou součástí lisu jsou také dvě lisovací trubky, přítlačná deska a hydraulický autozvedák s nosností 2 000 kg.

Nejdůležitější částí této práce jsou konstrukční výpočty. Provedení konstrukce odpovídá velikosti pracovní síly, která je dána maximální silou zvedáku. Pevnostní kontrola kritických míst lisu je provedena analytickou metodou. Kontrola lože je provedena metodou konečných prvků pomocí programu Ansys Workbench.

6. Literatura

- [1] Lis. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation, 2012 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lis>
- [2] Historický lis na víno. In: *Blesk.cz* [online]. 2007 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.blesk.cz/clanek/radce-cestovani/72391/vinarska-nej-historicky-lis-na-vino.html>
- [3] Vinařská nej: Historický lis na víno. In: *Blesk.cz* [online]. 2007 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.blesk.cz/clanek/radce-cestovani/72391/vinarska-nej-historicky-lis-na-vino.html>
- [4] Postup moštování. In: *Ovocne stezky* [online]. 2011 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.ovocne-stezky.cz/?page=navody-a-doporuceni&group=mostovani&text=navody-postup-mostovani>
- [5] ČSN 41 1523. *Ocel 11 523*. Praha: Český normalizační institut, 1.4.1994.
- [6] DEJL, Zdeněk. *Konstrukce strojů a zařízení I: spojovací části strojů. Návrh, výpočet, konstrukce*. Ostrava: Montanex, 2000, 225 s. ISBN 80-722-5018-3.
- [7] LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 3. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006, xiv, 914 s. ISBN 80-736-1033-7.
- [8] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007, 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.
- [9] KRČÁL, Otakar, Karel FRYDRÝŠEK a Ludmila ADÁMKOVÁ. *Příklady z pružnosti a pevnosti I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1994-2008, 2 sv. (86, 123 s.). ISBN 978-80-248-1826-92.
- [10] Šroubový lis na ovoce [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.lisnaovoce.cz/index_lisy.html
- [11] Lis na ovoce se zvedákem nahoře [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.tip-pv.cz/lisy-na-ovoce-hydraulicke.php>
- [12] Lis na ovoce se zvedákem dole [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://zahrada.hyperinzerce.cz/zahradni-technika/inzerat/3306528-novy-hydraulicky-lis-28-take-pres-29-na-ovoce-nabidka/>
- [13] Hydrolis [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.hanita.eu/mostarna.php>
- [14] *Tlakový lis na ovocnou šťávu*. Praha 2, Sekaninova 48, 2010

[15] Řez hydrolisu [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z:
<http://www.schimansky.cz/stroje/hydrolisy/>